

LES TERRES AGRICOLES FACE À L'URBANISATION

De la donnée à l'action,
quels rôles pour l'information ?

Roel Plant, Pierre Maurel, Éric Barbe,
Jane Brennan, coordinateurs



Consommation des terres agricoles en Languedoc-Roussillon : système d'indicateurs et démarche participative

MAUD BALESTRAT, ÉRIC BARBE, JEAN-PIERRE CHERY, JEAN-PHILIPPE TONNEAU

Introduction

Dans l'ancienne région Languedoc-Roussillon, comme dans toutes les zones à forte croissance urbaine, les acteurs du secteur agricole doivent convaincre les élus et l'ensemble de la société de l'intérêt de préserver les sols aux meilleures potentialités productives. En effet, ces potentialités sont peu prises en compte dans les politiques d'aménagement et les procédures d'urbanisme. Cela peut s'expliquer en partie par le manque d'informations disponibles. En conséquence, les acteurs agricoles souhaitent disposer d'outils de mesure spatialisés pour analyser les dynamiques de consommation des terres et sensibiliser à l'importance de la perte d'un patrimoine agronomique[\[10\]](#).

Qui dit mesure dit indicateurs. Les expériences menées dans de nombreux pays et institutions (Pingault et Préaault, 2007 ; Roussel, 2007) montrent la difficulté de choisir des indicateurs qui rendent compte de la complexité des phénomènes. Dans une optique d'exhaustivité, une réponse est souvent de développer des listes présentant de nombreux indicateurs sectoriels qui s'avèrent, dans les faits, peu opérationnelles (Chamaret *et al.*, 2006 ; Lavoux, 2006 ; Rey-Valette *et al.*, 2008a,b ; Lyytimäki *et al.*, 2013 ; Reinhard et Markus, 2013). Une représentation systémique est nécessaire pour identifier et caractériser les relations de cause à effet, expliquant la dynamique de l'étalement urbain et ses impacts sur les terres agricoles. C'est pourquoi nous avons choisi de développer un système d'indicateurs. Les indicateurs peuvent être en nombre, et ainsi prendre en compte la complexité des situations, mais

ils sont structurés dans un ensemble cohérent (Joerin *et al.*, 2005). Un système d'indicateurs découle d'un modèle. La modélisation des différents phénomènes qui interviennent dans l'évolution des surfaces artificialisées permet d'identifier les éléments et les relations déterminants, qui seront objets de la mesure.

Cependant, la production d'indicateurs ne suffit pas pour améliorer les choix d'aménagement. L'information produite par le système d'indicateurs s'insère dans des démarches, des méthodes, des procédures et des pratiques d'aménagement largement marquées par un implicite : l'artificialisation des espaces pour répondre aux besoins des activités industrielles et tertiaires, secteurs considérés comme garants du développement, a été longtemps encouragée. Ces dernières décennies, la prise de conscience de la dégradation des espaces naturels a conduit à leur protection. L'espace agricole est devenu la seule marge de manœuvre d'extension de l'urbain face à la nouvelle et forte valeur environnementale de certains espaces (Boutet et Serrano, 2013 ; Gueringer *et al.*, 2016). Pour modifier cet état de fait, la préservation des terres agricoles nécessite d'impliquer les acteurs ayant *a priori* un rôle dans la gestion des terres agricoles. Cette implication passe par une approche participative. La participation constitue un des principes fondamentaux du développement durable, mais elle est d'intensité diverse et les résultats sont souvent limités. Des typologies existent (Reed, 2008 ; Barbier et Larrue, 2011), basées sur le degré d'engagement des parties prenantes (inspirées des travaux d'Arnstein, 1969) et sur les flux de communication entre parties prenantes (de la communication à la coconstruction en passant par la consultation). Les évaluations montrent que le niveau de participation reste généralement peu élevé et le plus souvent limité à certaines catégories sociales. La plupart des dispositifs connaissent des difficultés de mobilisation sur la durée. Ces limites sont souvent liées à la faible capacité d'influence ou à la difficulté de sortir des phases de diagnostic. Les procédures participatives sont trop souvent conçues par les élus comme un moyen de communication, de mobilisation, de contrôle et de légitimation à leur service, d'autant plus que ce sont souvent les mêmes qui participent, créant les conditions d'une cooptation par la sphère politique de « représentants légitimes ».

Au-delà de ces difficultés, l'intérêt des démarches participatives réside dans l'organisation d'un espace de dialogue qui permet l'expression des acteurs et

qui interroge des représentations normées et figées. De nouvelles relations et de nouveaux supports pour la réflexion et l'action en découlent, en créant confiance et synergies. Les effets d'apprentissage sont importants : il en résulte des compétences nouvelles et des expériences à capitaliser.

La modélisation d'accompagnement, ou modélisation participative (Bousquet *et al.* 1999 ; Lynam, 2002 ; Voinov et Bousquet, 2010), tente de répondre à ce double enjeu : lecture de la complexité et implication des acteurs. Elle associe modélisation et espace de dialogue social. La modélisation vient en appui à une communauté d'acteurs — c'est-à-dire à un ensemble de personnes physiques ou morales — qui décident de s'organiser pour s'« emparer » et traiter d'un enjeu prioritaire.

À partir de l'analyse de nombreuses expériences, Voinov et Bousquet (2010) donnent un certain nombre d'orientations : favoriser les itérations, les adaptations ; former l'ensemble des acteurs à l'utilisation des instruments, du point de vue à la fois conceptuel et opérationnel ; utiliser les outils les plus adaptatifs possible... Une dernière remarque est faite sur la nécessaire qualité de l'animation et de la facilitation en citant Creighton (2005), qui affirme que la « participation est un art et non une science » (p. 245). En résumé, c'est le processus de coconstruction du modèle qui va être déterminant. La qualité et la pertinence du modèle vont être jugées en fonction de sa capacité à porter la réflexion, les échanges, la planification, l'évaluation, etc.

Ce sont ces orientations que nous avons mises en œuvre dans une démarche modélisatrice et participative. Cette démarche a été élaborée dans le cadre d'une étude commanditée par la Draaf^[11] Languedoc-Roussillon (aujourd'hui Draaf Occitanie) à un collectif de recherche pour étudier la consommation des sols par l'artificialisation et qui fait l'objet du présent chapitre.

C'est cette démarche que nous souhaitons exposer ici en présentant successivement la méthode, le contexte de l'étude de cas, sa mise en œuvre et le système d'indicateurs produits.

Une démarche modélisatrice et

participative itérative pour aboutir à la production d'un système d'indicateurs

Modéliser le système territorial

Le territoire est polysémique, mais les différentes définitions convergent (Ferrier, 2003). Le territoire est une entité, une portion de la surface terrestre aménagée et administrée par un groupe social pour répondre à ses besoins, en fonction d'un projet. C'est à la fois un espace de ressources, un espace de projet et un espace de gestion (territoire administratif). La diversité et la variété des éléments qui font un « territoire » et sa complexité justifient qu'il soit considéré comme un système, le système territorial^[12], qu'il convient de représenter grâce à la modélisation (Le Berre, 1992 ; Joerin et Rondier, 2007 ; Moine, 2008).

Un modèle est « une représentation schématique de la réalité élaborée en vue d'une démonstration » (Hagget, 1965, cité par Ferras, 1993). Il permet de mettre en relief une logique d'organisation et constitue une aide à la lecture de la complexité des processus qui produisent les territoires.

Modéliser implique plusieurs étapes. La première est consacrée à l'observation du fonctionnement du système territorial étudié. La seconde étape est celle de l'analyse systémique qui consiste ensuite à « définir les frontières du système à modéliser », à identifier les différents éléments le composant et les « types d'interactions entre ces éléments » et à « déterminer les liaisons qui les intègrent en un tout organisé » (De Rosnay, 1975, p. 122). La troisième étape est celle de la représentation du système réel étudié.

L'exercice de modélisation permet de construire une représentation intégrée et partagée qui aide à la compréhension du fonctionnement du système étudié. Le modèle constitue aussi un support pour mutualiser les savoirs locaux et confronter les représentations des acteurs qui participent à son élaboration. Enfin, la modélisation oriente l'élaboration d'un système d'indicateurs. Ce type de méthode permet de dépasser l'approche des tableaux de bord et des listes d'indicateurs sectoriels proposés par thématiques. L'élaboration d'un système peut aussi permettre d'éviter les

redondances et les lacunes entre indicateurs.

Adapter le modèle DPSIR

Le choix d'un cadre d'analyse n'est pas neutre car il oriente ensuite l'approche modélisatrice. Il doit donc se faire en cohérence avec le système à modéliser et la problématique d'étude. Le modèle DPSIR (*Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses* ; forces motrices-pressions-états-impacts-réponses) a été considéré comme pertinent pour aider à l'identification et à la compréhension des enjeux du territoire liés aux dynamiques d'artificialisation des sols, sous réserve de l'adapter (Balestrat *et al.*, 2011 ; 2013). Proposé en 1998 par l'Agence européenne de l'environnement (Borja *et al.*, 2006) comme extension du modèle PER (pression-état-réponse) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (Maurizi et Verrel, 2002), le modèle DPSIR est une représentation schématique des interactions entre la société et l'environnement. Nous l'avons adapté en considérant l'état d'un système territorial, produit des activités humaines pour valoriser les ressources d'un territoire. Cela permettait notamment de dépasser une vision déterministe des mécanismes physiques, simplement accélérés ou atténués par des facteurs sociaux. En outre, le système n'était pas réduit à un écosystème ou à un milieu naturel, ceux-ci ne correspondant pas nécessairement à l'échelon de gestion des territoires, le système territorial étant aussi administré et approprié par un groupe humain.

Les indicateurs de *forces motrices* permettent d'exprimer les facteurs indirects à l'origine d'une évolution interne d'un système en termes d'évolutions structurelles (économiques et sociales). Ce sont, par exemple, les effets de la mondialisation sur le développement d'un territoire. Les indicateurs de *pression* (positive ou négative) décrivent les incidences d'un système (milieu physique et humain environnant) sous l'effet de phénomènes liés à une action. Ce peut être l'augmentation des besoins en logements, l'arrivée de migrants ou l'augmentation de la pollution des ressources naturelles par les activités agricoles, etc. Comme leur nom l'indique, les indicateurs d'*état* mesurent l'état du système (à un instant T) pour le comparer à une ou plusieurs situations antérieures. Les indicateurs d'*impacts* expriment l'ensemble des conséquences (positives ou négatives) induites par

la variation d'un état sous l'effet des pressions. Les indicateurs de *réponse* mettent en évidence le degré d'efficacité des actions mises en œuvre pour contrer les effets non désirés des pressions. Il s'agit de mesures publiques ou de comportements privés adoptés pour contrer ou renforcer les effets induits des variations du système (impacts), lorsque ceux-ci ne sont plus acceptés. Ces réponses se répercutent, comme rétroactions, de façon positive ou négative, en modifiant les éléments de pression, en réorganisant et en conditionnant (directement ou indirectement) l'état du système et, dans une moindre mesure, en contribuant à infléchir les forces motrices.

Analyser les besoins des acteurs

La pertinence d'un indicateur peut être évaluée selon deux critères (Roth, 2002). Le premier est celui de la *validité scientifique* (ou fiabilité), l'indicateur devant être scientifiquement fondé sur des données sûres et représentatives ; le second est celui de la *légitimité politique* (ou acceptabilité), le système d'indicateurs n'étant utile que s'il est accepté par l'ensemble des utilisateurs. Il doit d'abord être en adéquation avec la question que les acteurs se posent. Mais l'*acceptation* dépend d'un processus d'appropriation, fruit d'un travail de coconstruction (Offredi, 2005). Les acteurs doivent réfléchir ensemble aux différentes dimensions du champ que couvre la question, aux critères d'évaluation et donc au choix des indicateurs, au niveau d'agrégation requis et à la pérennité des indicateurs. La légitimité d'un système d'indicateurs se construit ainsi au fur et à mesure du processus de coconception avec l'ensemble des parties concernées. Il s'agit donc d'accompagner les acteurs à la fois dans la formulation des objectifs à atteindre et dans l'appropriation des connaissances nécessaires à la compréhension et à l'utilisation du système d'indicateurs.

L'implication des acteurs doit partir d'une démarche volontaire. L'« accompagnant », dans notre cas le chercheur, encourage et dynamise la participation en multipliant les phases d'interactions et en fournissant des supports graphiques et théoriques utiles pour enrichir les échanges (modèles, système d'indicateurs prototypes, cartes, graphiques, photographies aériennes, etc.). Ces échanges multiples ont pour principal objectif d'identifier les indicateurs les plus représentatifs et adaptés aux besoins des acteurs.

Confronter le modèle à l'analyse des besoins pour guider le choix des indicateurs

Pour orienter et organiser le processus de sélection des indicateurs, nous nous sommes inspirés des travaux de Rey-Valette (Rey-Valette *et al.*, 2008a), formalisés dans la méthode « principes-critères-indicateurs ». Le travail conduit avec les acteurs permet de hiérarchiser les enjeux prioritaires (qui reflètent les principes défendus par les acteurs et leurs représentations du territoire). Ces enjeux sont traduits en actions concrètes à mettre en œuvre pour y répondre. Il s'agit alors d'identifier des critères pour mesurer ces enjeux, c'est-à-dire de choisir des « variables aptes à rendre compte de ces principes ». Ces critères ou variables peuvent ensuite être mesurés sous forme d'indicateurs, c'est-à-dire sous forme d'indices et de valeurs seuils.

Desthieux (2005) a démontré, à partir des notions de convergence, de divergence et de redondance, comment la confrontation des représentations des acteurs peut guider le processus de sélection des indicateurs. Les acteurs se retrouvent généralement sur un certain nombre d'éléments stratégiques (convergence). En revanche, certains éléments, dont « la perception de l'amplitude ou la mise en relation », suscitent des désaccords, « révèlent des conflits d'interprétation sur les faits réels » (divergences) (Desthieux, 2005, p 145). Enfin, les critères pour traduire les enjeux retenus comme prioritaires peuvent se traduire, en termes de mesure, par des informations similaires (redondance). La figure 3.1 illustre le processus de sélection des indicateurs, confrontant les résultats de la modélisation et de l'analyse approfondie des besoins et guidé par ces trois conditions.

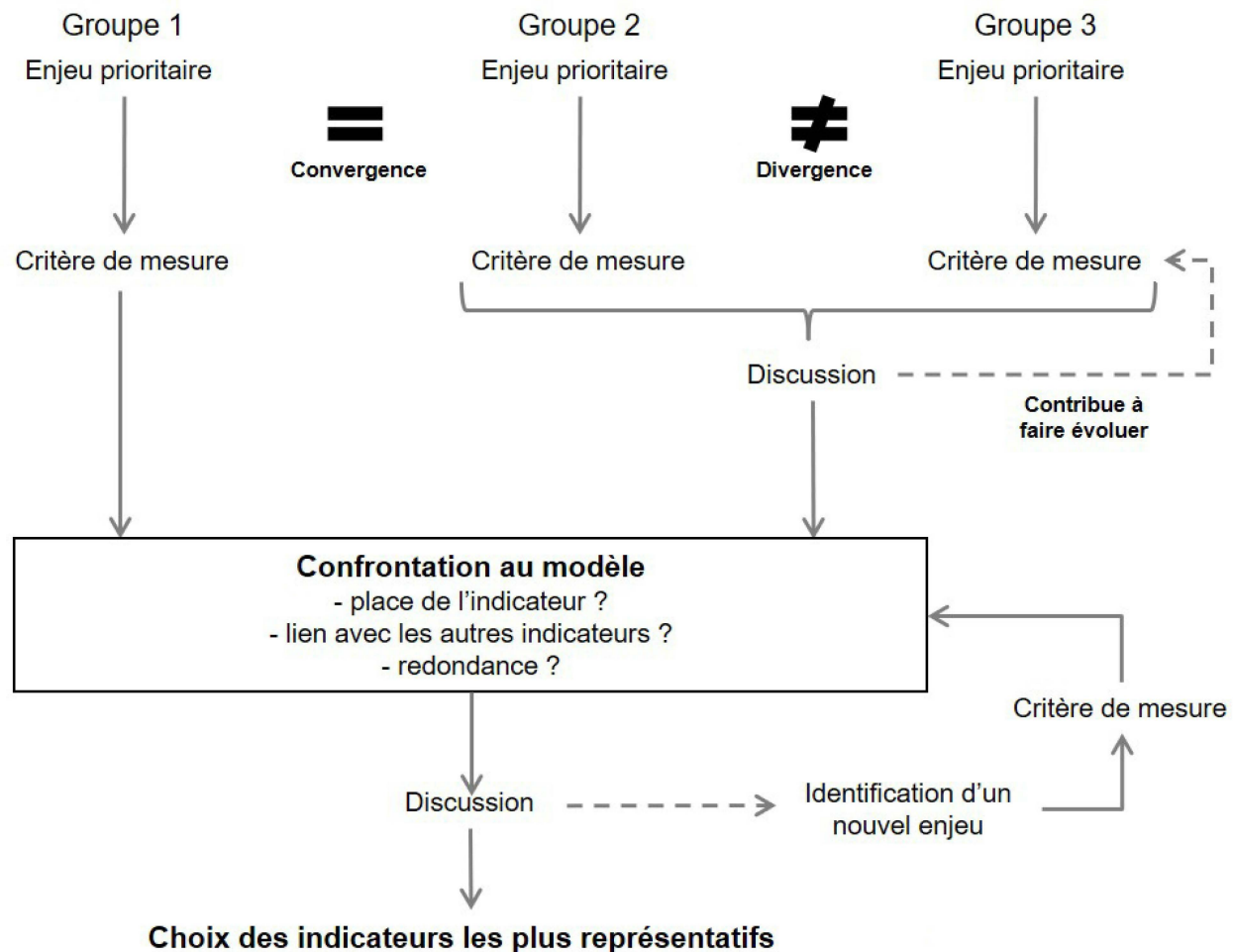


Figure 3.1. Processus de sélection des indicateurs composant le système d'indicateurs final (source : Balestrat, 2011).

Le modèle, discuté avec les acteurs, permet d'identifier les indicateurs qui apparaissent les plus adaptés pour objectiver les décisions en matière de planification. Les relations causales entre indicateurs reposent sur celles identifiées entre les éléments du système. En reprenant chacune de ces interactions, les acteurs sélectionnent les indicateurs les plus représentatifs pour les qualifier (figure 3.2).

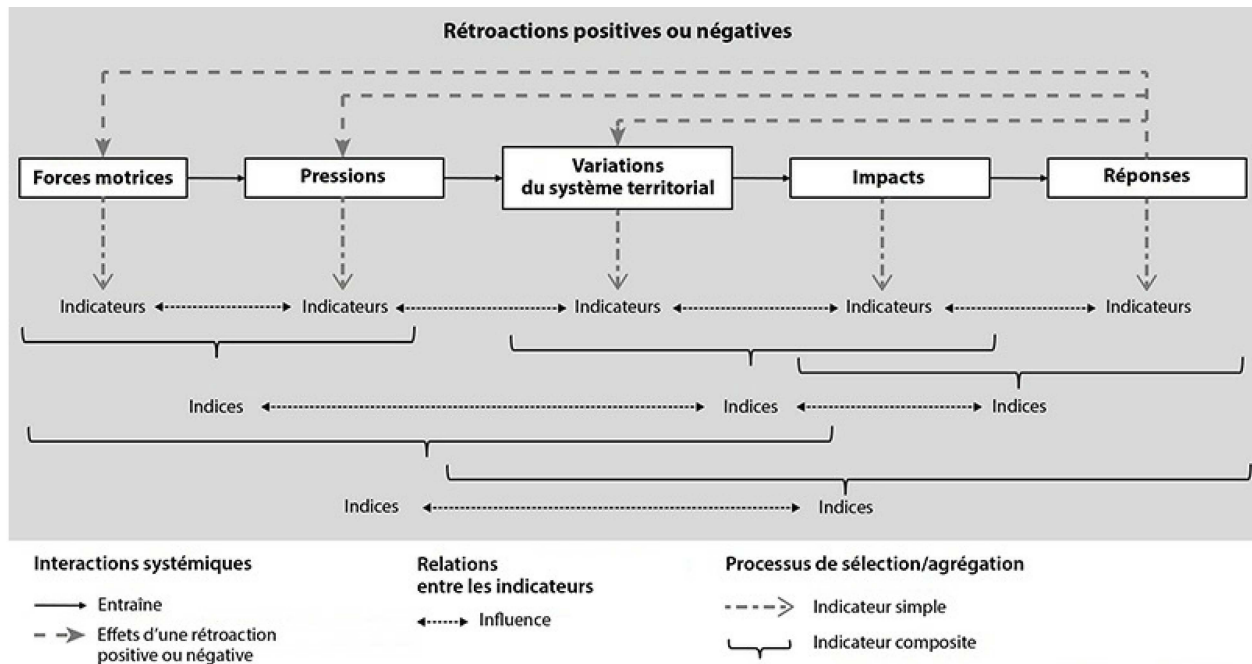


Figure 3.2. Processus de sélection des indicateurs sur la base du modèle DPSIR adapté (source : Balestrat, 2011).

L'approche analytique et exploratoire, présentée ici pour trier les éléments et relations, n'est qu'un support pour effectuer une première proposition d'un ensemble d'indicateurs les plus pertinents. Ces indicateurs peuvent être des indices. Le terme « indice » désigne un indicateur synthétique construit en agrégeant d'autres indicateurs dits « de base ». La production d'indices nous a ainsi permis de proposer des indicateurs inter-reliés permettant de caractériser les relations causales qui établissent qu'un phénomène est la cause d'un autre. L'indice va ainsi exprimer la relation de causalité entre deux phénomènes (ex. : impacts ou réponses engendrés par la variation de l'état du système territorial).

Le choix définitif des indicateurs est ensuite inévitablement restreint par des contraintes de disponibilité des données. Il est donc également nécessaire d'identifier les sources d'information disponibles quant à leur exhaustivité, leur qualité et leur pertinence.

Mise en œuvre de la démarche

La démarche a été mise en œuvre pour l'analyse et le suivi de l'artificialisation des sols. Nous illustrons ses différentes étapes en présentant les résultats obtenus.

Modélisation des dynamiques d'artificialisation du capital foncier languedocien

Le modèle DPSIR adapté a d'abord permis de caractériser les dynamiques de périurbanisation et d'identifier leurs relations de cause à effet dans le contexte languedocien d'artificialisation du capital foncier^[13] (figure 3.3).

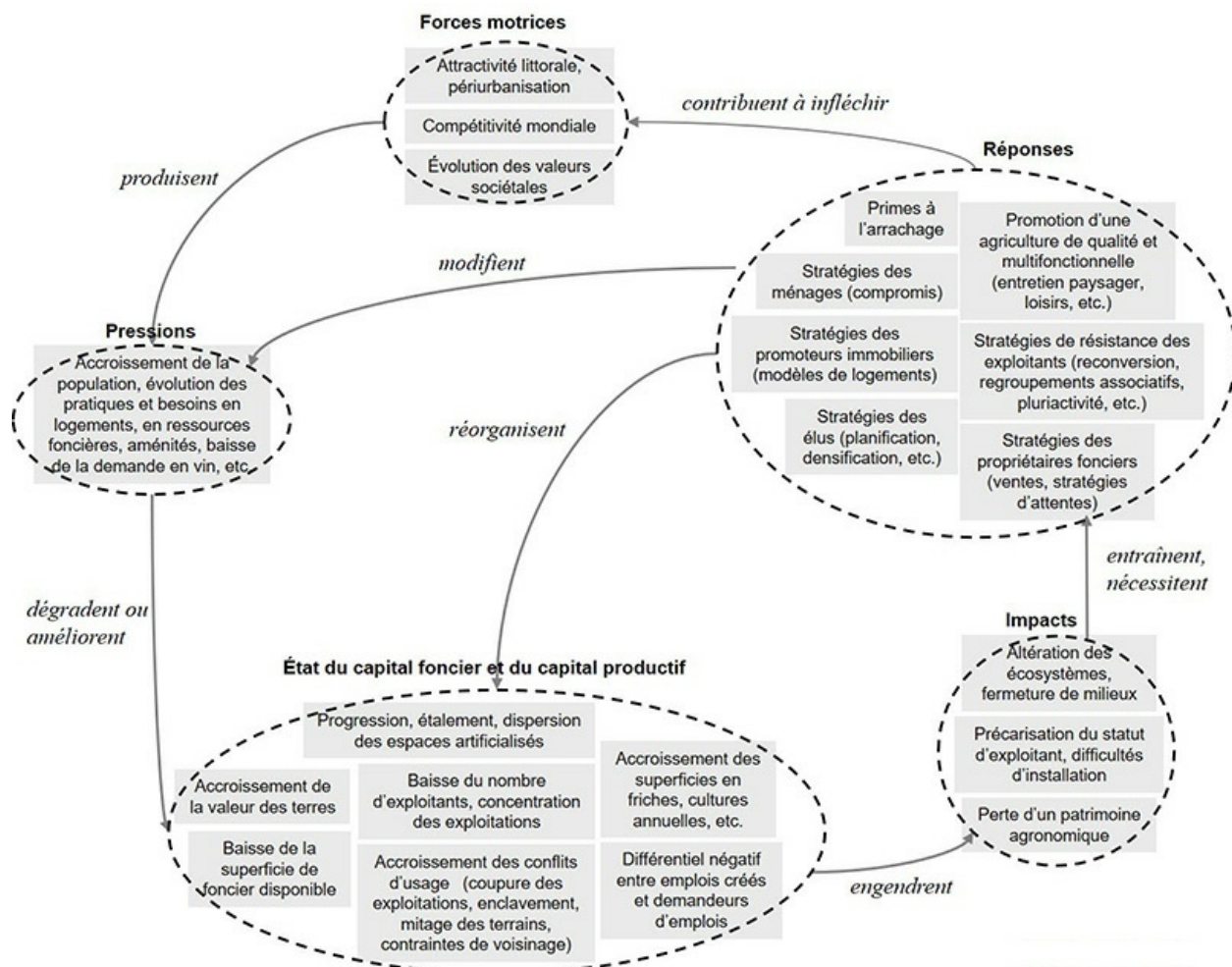


Figure 3.3. Modèle des dynamiques de périurbanisation du capital foncier languedocien, dans les années 2000 (figure réalisée par Maud Balestrat).

Dans l'ancienne région Languedoc-Roussillon, située sur la côte méditerranéenne (figure 3.4), l'attractivité littorale favorise une croissance démographique soutenue qui se manifeste par une forte dynamique de périurbanisation.

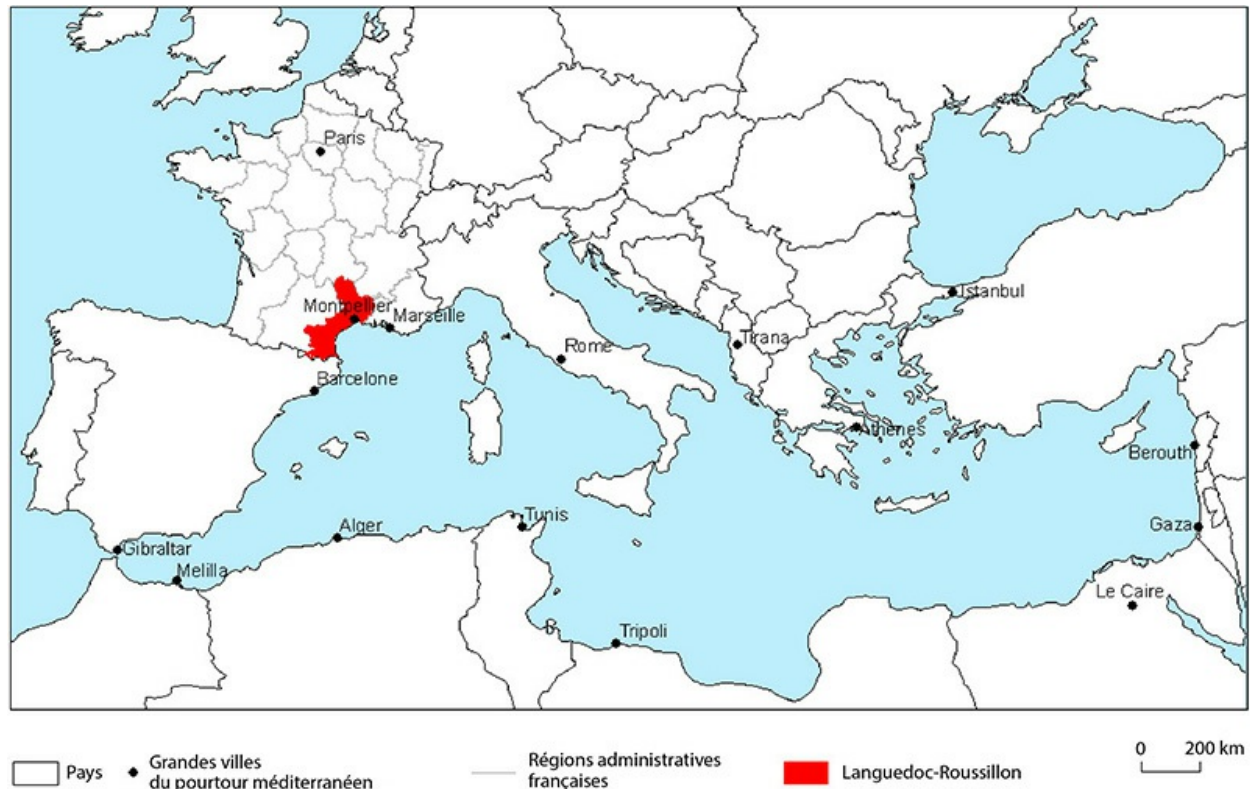


Figure 3.4. Localisation de l'ancienne région Languedoc-Roussillon dans le bassin méditerranéen (figure réalisée par les auteurs).

Les logiques de compétitivité mondiale entraînent une concurrence accrue sur la production agricole, en particulier viticole. L'évolution des valeurs sociétales se traduit par une homogénéisation et une généralisation des modes de vie urbains. La pression urbaine et périurbaine se manifeste par une diminution des superficies foncières disponibles et par un accroissement de la valeur des terres, qui favorisent une concurrence accrue sur l'usage des ressources foncières et se répercutent sur le système productif. Pour se maintenir, l'activité agricole, en zones périurbaine et rurale, doit désormais satisfaire une demande urbaine de qualité du cadre de vie (paysagère, environnementale, etc.) et de loisir. La pression urbaine se traduit par des difficultés de transmission et une concentration des exploitations qui

conduisent à une précarisation du statut d'exploitant. Les stratégies de résistance s'expriment par des mécanismes de reconversion, les exploitations pour se maintenir se diversifient et se « labellisent ». La labellisation consiste à faire reconnaître certaines caractéristiques d'un produit ou d'un processus de fabrication. La labellisation se matérialise généralement par la présence d'un logo. Les labels sont source de différenciation et garantes de qualité. La labellisation permet une meilleure rémunération des productions.

Résultats de l'analyse approfondie des besoins

Contexte et organisation

La volonté de participation a conduit à élargir le débat au-delà de la problématique soulevée par la Draaf Languedoc-Roussillon, principalement centrée sur des enjeux agricoles. Nous avons mobilisé d'autres acteurs publics œuvrant pour l'aménagement et la planification du territoire languedocien. Une analyse fine de la demande, des statuts et fonctions des acteurs mobilisés a été essentielle pour comprendre leurs différents degrés d'intervention (Balestrat *et al.*, 2011). Une série d'entretiens en groupes restreints a été conduite de novembre 2008 à juillet 2009. Diverses tables rondes, ouvertes à un large panel d'acteurs, ont été organisées. Trois formations, portant sur la conduite de démarches de production d'indicateurs de diagnostic des territoires en matière de dynamiques d'artificialisation des sols, ont également été mises en place, mobilisant chacune une dizaine d'acteurs des services déconcentrés de l'État. Enfin, trois journées de restitution ont informé un panel plus large d'acteurs sur l'avancée du projet. Au total, une cinquantaine d'acteurs institutionnels ont été mobilisés et se sont investis, à des degrés divers, pendant la durée du projet.

Une présélection des indicateurs adaptée aux besoins des acteurs

À l'origine du projet, les besoins exprimés par la Draaf Languedoc-Roussillon étaient doubles : un besoin en outils pour quantifier et spatialiser la perte de terres à potentiel agricole, afin de contribuer à l'analyse globale des dynamiques à l'œuvre et de sensibiliser à l'importance de la perte du patrimoine agronomique ; un besoin en outils pour qualifier la potentialité

agronomique des sols à accueillir les grandes cultures, afin d'appuyer l'expertise et l'argumentaire des représentants du monde agricole lors de l'élaboration des documents d'urbanisme.

La confrontation des différents points de vue des acteurs mobilisés (agents des DDT(M), du CG34, de la Dreal, de plusieurs EPCI et collectivités)[14] sur la convergence et la divergence des enjeux (figure 3.1) a ensuite permis un classement des enjeux identifiés comme prioritaires selon leurs critères de mesure et leurs indicateurs correspondants. Les acteurs ont identifié quatre grands enjeux :

- sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols ;
- freiner les dynamiques d'artificialisation des sols (étalement, mitage, fragmentation) ;
- maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole ;
- maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire.

L'analyse des interactions entre chercheurs et acteurs révèle des préoccupations différentes et des enjeux communs. Les enjeux n° 1 et n° 4 ont fait débat, notamment entre la Draaf et la Dreal. Les positions reflètent les mandats et actions respectives en matière d'agriculture et d'équipement. L'enjeu n° 2 était plus consensuel et traduisait les préoccupations liées aux dynamiques d'artificialisation, difficiles à mesurer et à maîtriser. Nous rejoignons ici Rey-Valette *et al.* (2008b), qui défendent l'idée que la diversité des résultats ne doit pas être interprétée comme une faiblesse. Au contraire, elle exprime les divergences des points de vue des différents groupes d'acteurs mobilisés, résultats du processus d'apprentissage mis en œuvre. Ce processus laisse une large place au débat et s'en inspire pour enrichir la coconstruction du système d'indicateurs.

Pour chacun des quatre enjeux, des critères de mesure pertinents du point de vue des acteurs et traduisant les différents niveaux de préoccupation, ont été identifiés (tableau 3.1). Ces critères ont été formulés de façon volontairement synthétique pour favoriser les échanges et faciliter la compréhension de la démarche suivie. Cette relative simplicité favorise également l'implication volontaire du plus grand nombre tout au long du processus de coconstruction.

Tableau 3.1. Structuration des critères de mesure pour répondre aux enjeux

prioritaires.

Critères	Enjeu 1. Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols	Enjeu 2. Freiner les dynamiques d'artificialisation des sols	Enjeu 3. Maintenir et favoriser le dynamisme de l'activité agricole	Enjeu 4. Maintenir et favoriser les capacités de développement durable du territoire
1	Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique initial (avant artificialisation)	État et variation du degré d'artificialisation des sols	Caractéristiques et dynamisme des exploitations (reconversion, espaces de déprise, etc.)	Caractéristiques et variations du système productif (complémentarité et dynamisme des secteurs d'activités, création d'emplois, etc.)
2	Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique artificialisé (définitivement perdu)	État et variation de l'occupation du sol initiale (espaces agricoles, naturels avant artificialisation)	Caractéristiques et dynamisme des exploitants agricoles et agriculteurs (capacités de reprise, ancienneté des exploitants, etc.)	
3		État et variation du degré d'étalement, de mitage et de fragmentation des terres	État et variation des espaces agricoles (cultivés ou non)	
4		État et variation de la disponibilité foncière (vocation des sols dans les documents		

		d'urbanisme)		
5		Caractéristiques et dynamiques du marché foncier		
6		État et variation du niveau d'attractivité du territoire et de la répartition des populations		
7		Caractéristiques et variation du parc de logements		

L'organisation des critères de mesure, présentée dans le tableau 3.1, constitue une base de référence qui a guidé le travail de sélection des indicateurs. Le tableau 3.2 présente les résultats pour l'enjeu 1 et le critère 1 (pour l'ensemble des résultats, voir Balestrat, 2011).

Tableau 3.2. Extrait des indicateurs retenus et classés par critères.

Enjeu 1. Sensibiliser à la préservation du patrimoine agronomique des sols
Critère 1. Caractéristiques et variation du patrimoine agronomique initial
Superficies (ha) et répartition des classes de potentiel agronomique initial
Part (%) des classes de potentiel agronomique par rapport à la superficie de la zone d'étude
Superficie (ha) et répartition des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie initiale de la classe de potentiel agronomique des sols

Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie totale des espaces non artificialisés
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols par rapport à la superficie de la zone d'étude
Variation de la superficie (ha) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Évolution (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique des sols
Superficies (ha) et répartition des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements) par rapport à la superficie de la zone d'étude
Part (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements) par rapport à la superficie non artificialisée de la classe de potentiel agronomique correspondante
Variation de la superficie (ha) non artificialisée des classes de potentiel agronomique comprise dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)
Évolution de la superficie (%) des espaces non artificialisés par classe de potentiel agronomique compris dans un périmètre irrigable (présence d'équipements)

La mise en débat des critères de choix des indicateurs a été l'occasion de discuter non seulement la portée et l'intérêt de chaque indicateur, mais également les données à mobiliser pour leur calcul et leur mise en œuvre.

Le choix définitif des indicateurs

L'exercice de modélisation renvoie à la pertinence spatio-temporelle des indicateurs à retenir et donc à l'information spatiale à mobiliser. L'importance du phénomène de littoralisation a fait émerger le besoin de centrer spatialement le système d'indicateurs sur la plaine languedocienne.

Les données spatiales exploitées devaient permettre de construire le système d'indicateurs en référence aux années 2000, période de profondes mutations spatiales (occupation et usage du sol) dans laquelle s'inscrit l'action des acteurs (à l'origine de l'étude sur l'analyse du potentiel agronomique affecté par l'aménagement du territoire languedocien) en matière de planification territoriale.

Les échanges sur la finalité du système d'indicateurs ont fait émerger la nécessité de disposer de données spatiales qui permettent, d'une part, de qualifier le potentiel agronomique des sols et, d'autre part, de mesurer et de suivre la consommation de ce potentiel par les espaces artificialisés. Les notions clés d'espaces artificialisés et de potentiel agronomique des sols ont été précisées et acceptées par tous (Balestrat *et al.*, 2013). Les phénomènes ont été ainsi caractérisés sur une base commune qui a donné du sens et de la légitimité aux indicateurs produits.

Pour produire les indicateurs spatialisés quantifiant les espaces consommés par l'artificialisation, nous avons opté pour la production de données continues et homogènes à l'échelle de l'ancienne région Languedoc-Roussillon. Deux méthodes de production de données spatiales ont été développées : une méthode pour mesurer et suivre l'emprise des espaces artificialisés qui s'appuie sur le traitement d'images satellitaires pour la production de taches artificialisées (Dupuy *et al.*, 2012) ; une méthode de qualification du potentiel agronomique des sols qui s'appuie sur la construction et la spatialisation d'un indice de qualité des sols (chapitre 2).

Production d'un système d'indicateurs appliqué à l'artificialisation des sols en zone languedocienne

Le système d'indicateurs produit est composé de 141 indicateurs spatialisés pouvant être déclinés à différentes mailles d'analyse (départementale, intercommunale, etc.) et sur différents territoires d'étude (région,

départements, groupes de communes, etc.). Le tableau 3.3 présente un extrait des indicateurs produits classés par grands objectifs (ex. : localiser et quantifier le potentiel agronomique des sols initial, les espaces artificialisés).

Tableau 3.3. Extrait des indicateurs composant le système d'indicateurs final.

Objectif poursuivi	Description	Maille d'analyse	Étendue	Données
Potentiel agronomique des sols initial				
Localiser et quantifier le potentiel agronomique des sols initial avant toute artificialisation	Superficie (ha) initiale des classes de potentiel agronomique des sols (CPAS)	Départementale, cantonale, communale	Région entière	Potentiel agronomique des sols
	Part (%) initiale des CPAS par rapport à la superficie totale de la zone d'étude			
Artificialisation des sols				
	Superficie (ha) des espaces artificialisés en 1997		Départements littoraux	
	Part (%) des espaces artificialisés en 1997 par rapport à la superficie de			

Localiser et quantifier les espaces artificialisés	la zone d'étude	Départementale, cantonale, communale	Région entière	Taches artificialisées (sans routes grandes routes et toutes routes)
	Superficie (ha) des espaces artificialisés en 2009			
	Part (%) des espaces artificialisés en 2009 par rapport à la superficie de la zone d'étude			
Évaluer le degré d'artificialisation des sols entre deux dates	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés entre 1997 et 2009	Départementale, cantonale, communale	Départements littoraux	
	Évolution (%) de la superficie des espaces artificialisés entre 1997 et 2009			
Potentiel agronomique des sols perdu				
	Superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS en 1997			
	Part (%) des			

Localiser et quantifier les sols artificialisés en fonction de leur potentiel agronomique	espaces artificialisés par CPAS en 1997 par rapport à la superficie de la CPAS initiale	Départements littoraux	<hr/>	Potentiel
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés en 1997			
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 1997 par rapport à la superficie de la zone d'étude			
	Superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS en 2009			
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 2009 par rapport à la			

	superficie de la CPAS initiale	Départementale, cantonale	Région entière	agronomique des sols + taches artificialisées (sans routes grandes routes et toutes routes)
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS par rapport à la superficie totale des espaces artificialisés en 2009			
	Part (%) des espaces artificialisés par CPAS en 2009 par rapport à la superficie de la zone d'étude			
Évaluer la perte de ressources foncières, entre deux dates, en	Variation de la superficie (ha) de sols non artificialisés (espaces agricoles et naturels) par CPAS			
	Évolution de la superficie (%) de sols non artificialisés (espaces agricoles et	Départements		

fonction de leur potentiel agronomique	naturels) par CPAS	littoraux
	Variation de la superficie (ha) des espaces artificialisés par CPAS entre 1997 et 2009	
	Évolution (%) des espaces artificialisés par CPAS entre 1997 et 2009	

La liste d'indicateurs retenus a été structurée sur la base du modèle conceptuel systémique. La figure 3.5, présentée et décrite ci-après, illustre l'une des nombreuses relations de causalité qui ont pu être mises en évidence et renseignées par les indicateurs retenus.

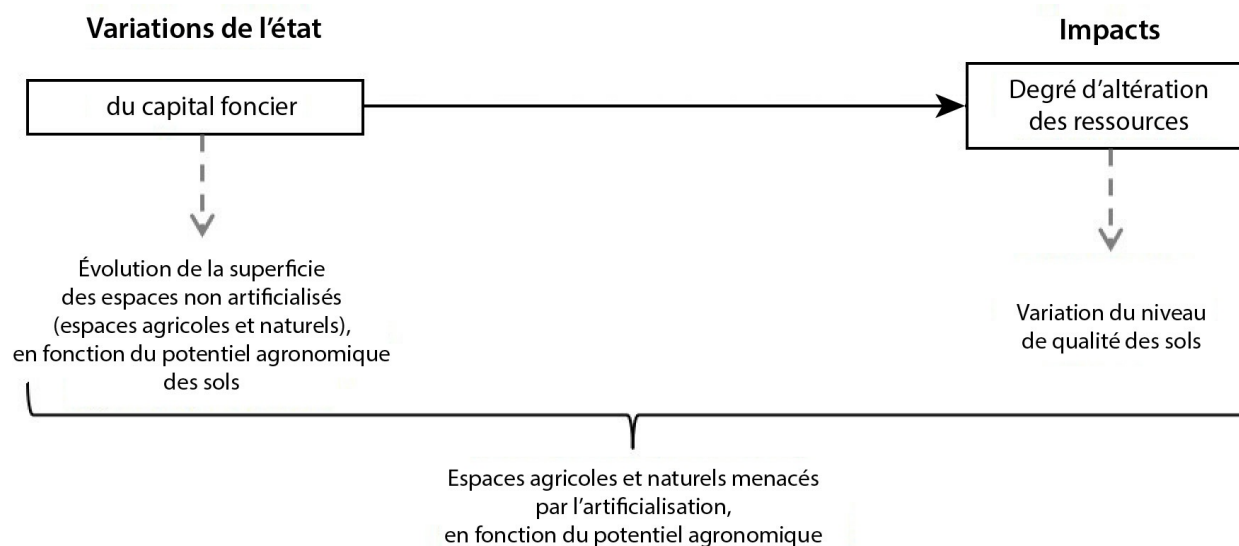


Figure 3.5. Exemple d'indicateurs représentatifs des interactions entre

variations de l'état du capital foncier et impacts (source : Balestrat, 2011).

La variation de l'état du capital foncier disponible peut être évaluée en calculant l'évolution des superficies non artificialisées (espaces naturels et agricoles), en fonction du potentiel agronomique des sols. En termes d'impacts, il est possible de mesurer le degré d'altération des ressources environnementales en considérant la variation du niveau de qualité des sols. Il est alors envisageable d'extrapoler les superficies potentiellement menacées par l'extension des espaces construits, en fonction du potentiel agronomique des sols. En effet, les terres qui se trouvent à proximité directe d'espaces nouvellement artificialisés sont, *a priori*, davantage soumises à un risque d'artificialisation. Dans un objectif de prévention, pour déterminer les terres directement menacées, des critères de distance ont été définis avec les acteurs institutionnels, en fonction des tendances passées. Ce type d'indicateur doit cependant être complété pour pallier les risques liés à son interprétation qui pourraient conduire à surestimer les superficies ainsi mesurées. Une exploitation tournée vers la production d'une Appellation d'origine contrôlée (AOC)^[15] ou un espace naturel classé devraient, *a priori*, mieux résister à la pression foncière que génère la construction d'une zone résidentielle ou commerciale, comparativement à un espace agricole faiblement rentable, qui se trouve par ce fait dans une situation nouvelle d'enclavement.

Un autre type de relation (forces motrices/pressions) peut être caractérisé par la densité nette, c'est-à-dire l'évolution du nombre d'habitants rapportée au nombre d'hectares artificialisés et non à la superficie. Cette donnée exprime « grossièrement » la tendance à la compacité (étalement) des espaces artificialisés (pression/variation du capital foncier) (figure 3.6).

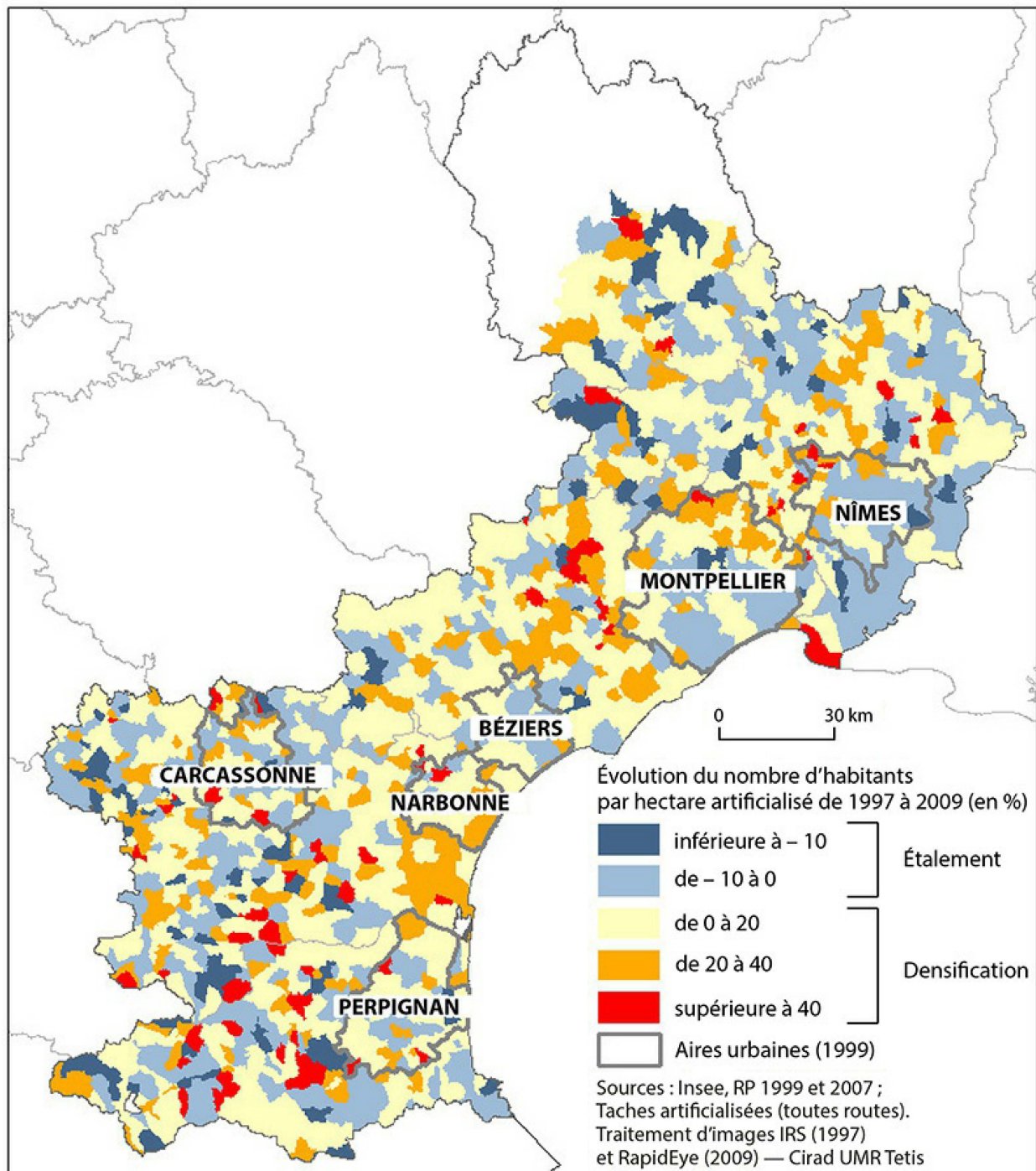


Figure 3.6. Évolution du nombre d'habitants par hectare artificialisé de 1997 à 2009 (source : Balestrat, 2011).

La carte ci-dessus représente l'évolution de la densité nette à une maille communale. Une évolution positive du nombre d'habitants par hectare artificialisé est synonyme d'une densification ; une évolution négative indique une tendance à l'étalement. Les communes périphériques du pôle

urbain montpellierain subissent une tendance à l'étalement.

Les indicateurs produits sont accompagnés de fiches informatives détaillées (figure 3.7). Celles-ci fournissent, pour chaque indicateur, un ensemble d'informations techniques (mode de calcul, données mobilisées, maille d'analyse, etc.), des éléments d'aide à son interprétation (limites d'utilisation, comparabilité spatio-temporelle, etc.), et donnent sa position au sein du système (ex. : l'indicateur A exprime une réponse, l'indicateur B exprime le lien entre une force motrice et une pression). Une table de liaison permet de connaître les relations entre indicateurs (ex. : l'indicateur A influence les indicateurs B et E et est influencé par l'indicateur C).

Thématique	Artificialisation des sols
Sous-Thématique	Degré d'étalement urbain
Identifiant	coeff_dispersion_gdes_routes_09
Description de l'indicateur	Coefficient (%) de dispersion, rapport (%) entre la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) inférieures à 3ha et la superficie occupée par les taches artificialisées (grandes routes) supérieures à 3 ha en 2009
Nature	Etat
Informations techniques	
Description de la donnée source	Tache artificialisée grandes routes issue d'une méthode de dilatation / érosion (création de zones tampons positives puis négatives de 50 m de rayon) appliquée aux "espaces artificialisés" (Tissu urbain, Zones industrielles et commerciales, Décharges carrières et chantiers) extraits des images satellites Rapide Eye 2009. Tache agrégée aux grandes routes issue de la BDCartho© IGN 2000.
Précision de la donnée source	Mosaïque d'images satellites Rapide Eye résolution 5 m couleur pour 2009.
Etendue	Quatre départements littoraux du Languedoc-Roussillon + sud Lozère
Maille d'analyse	Région, Départements, catégories ZAUER, Cantons, Communes
Unité	Hectares
Date	1997-2009
Nomenclature de restitution	espaces artificialisés grandes routes
Méthode de calcul	<p>Calcul de la superficie de la superficie de la tache artificialisée (grandes routes) inférieure à 3ha en 2009 par rapport à la superficie de la tache artificialisée (grandes routes) supérieure à 3ha en 2009.</p> $CoefDisp_{09} = \frac{TAGR09Inf3}{TAGR09Sup3}$ <p>TAGR09Inf3 = Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées inférieures à 3 ha en 2009 TAGR09Sup3 = Superficie (ha) occupée par les taches artificialisées supérieures à 3 ha en 2009</p>
Evaluation de l'information	
Pertinence des données par rapport à l'objectif de l'indicateur	L'objectif de l'indicateur est d'offrir un suivi dans le temps de l'artificialisation des sols dispersée et isolée. Les taches artificialisées produites ont une précision relative à la résolution de l'image traitée, pour une échelle de restitution au 1/15000e.
Comparabilité dans le temps	Le rapport entre la superficie des taches artificialisées inférieures et supérieures à 3 ha est comparable d'une année à l'autre à condition de tenir compte des différences de résolution entre les données sources utilisées pour produire les taches artificialisées.
Comparabilité dans l'espace	Le rapport entre la superficie des taches artificialisées inférieures et supérieures à 3 ha est comparable entre les communes, les cantons et les départements.
Limites d'utilisation	L'indicateur offre un ordre de grandeur de la part que représente la superficie des espaces artificialisés inférieures à 3 ha relatif à la résolution des images traitées et à la méthode appliquée à l'échelle de l'espace régional.
Aide à l'interprétation	La part de la superficie des espaces artificialisés inférieure à 3ha indique l'importance des espaces artificialisés (grandes routes) définitivement perdus (non mobilisables pour la production agricole) dispersés et isolés.
Position au sein du système d'indicateur	
Indicateur qui exprime l'état du capital foncier en lien avec les pressions (variation des besoins en logements) et les réponses apportées (stratégies des communes en termes de planification)	

Figure 3.7. Fiche de l'indicateur d'état « Degré d'étalement urbain ». Exemple d'aide à l'interprétation fournie aux acteurs pour accompagner le

système d'indicateurs final (source : Balestrat, 2011).

L'ensemble organisé d'indicateurs a été mis à disposition des acteurs mobilisés dans la coconstruction du système d'indicateurs par l'intermédiaire d'un prototype d'interface de consultation en ligne. Celle-ci s'appuyait sur une automatisation du calcul des indicateurs et sur un mode de restitution dynamique des cartes et graphiques statistiques. L'outil a été spécifiquement adapté aux besoins des utilisateurs (acteurs de la Draaf et des DDTM en charge de la gestion des espaces agricoles) et structuré sur le modèle du système d'indicateurs afin de restituer les interactions entre indicateurs. La plateforme web développée spécifiquement pour accompagner la prise de décision a servi de support à l'évaluation des indicateurs par les utilisateurs du système d'indicateurs.

Évaluation de la démarche

Apports et limites de l'approche modélisatrice

L'expérience nous a permis de confirmer les hypothèses avancées sur l'utilité du modèle comme support d'échanges et de réflexivité. Les principales difficultés de l'exercice de modélisation ont été de concilier la possibilité pour chaque acteur de partager ses connaissances de terrain, indispensables à l'enrichissement des savoirs de tout un chacun (acteurs et chercheurs), et la nécessité de rattacher les discussions à un cadre d'analyse rigoureux pour ne pas perdre des éléments essentiels à la compréhension du système. Nous avons dû, en particulier, répondre à des risques de démobilisation des acteurs liés aux décalages nombreux entre une approche théorique et les besoins opérationnels de l'action, auxquels doivent répondre, au quotidien, les acteurs institutionnels. La démarche modélisatrice devait être suffisamment souple, condition indispensable à l'implication volontaire de chacun dans la démarche. La capacité du modèle à répondre aux questionnements des acteurs garantissait leur intérêt et leur mobilisation. Il est difficile de dépasser l'approche sectorisée qui semble faciliter, de prime abord, l'intelligibilité des phénomènes, mais qui fait perdre les liens/interactions entre les différents

critères analysés. La parole d'un acteur à l'occasion d'un atelier de travail portant sur le modèle est révélatrice : « *Pourquoi ne s'intéresse-t-on pas à chaque thématique, une à une, pour ensuite les répartir sur le modèle ?* » Certains ont manifesté une relative frustration de devoir se restreindre à un cadre théorique. Sur ce point, l'itération est apparue comme une clé essentielle pour construire une vision partagée et assurer la légitimité du système d'indicateurs aux yeux du plus grand nombre.

Des enjeux liés à l'interprétation et à l'opérationnalité des indicateurs

Le choix d'un indicateur dépend des représentations que l'utilisateur se fait de la réalité. La mobilisation des acteurs, dès le stade de définition des objectifs, a été une condition indispensable pour fournir des éléments d'appui à l'interprétation. Outre l'importance d'utiliser des concepts et techniques partagés, supports à la définition d'objectifs « communs » et reconnus par tous, cette mobilisation a permis d'entamer un processus de vulgarisation de connaissances techniques indispensables à la compréhension et à l'exploitation du système d'indicateurs. Les discussions ont mis en avant la nécessité d'assortir la diffusion de la donnée d'une documentation précise et de formations adaptées aux publics concernés (services de l'État, collectivités et bureaux d'études). Les acteurs ont soulevé le besoin d'être formés afin d'extraire une information utile et utilisable.

En matière d'opérationnalité, les premiers retours d'expérience sur l'utilisation du système d'indicateurs ont mis en évidence la nécessité de vulgariser les notions et techniques d'analyse spatiale afin d'utiliser un langage commun. Malgré la simplicité d'utilisation que requiert un « bon indicateur », il paraît pourtant indispensable aux utilisateurs, sinon de maîtriser, du moins d'appréhender les langages et procédés qui ont conduit à son élaboration. La tâche est peu aisée car les indicateurs se fondent sur des connaissances scientifiques et des techniques parfois « complexes ». Les contraintes liées à la disponibilité des données ont également constitué un frein important pour produire un système d'indicateurs répondant aux ambitions de départ.

Cependant, on peut noter que nombre d'indicateurs ont éclairé, voire

confirmé, la perception du phénomène d'artificialisation et la nécessité de prendre en compte le potentiel agronomique des sols dans les projets d'aménagement. Désormais, nombre d'utilisateurs mobilisent couramment une sélection d'indicateurs pour faire valoir les enjeux à l'œuvre sur le territoire.

Conclusion et perspectives

L'approche proposée ouvre des perspectives intéressantes pour améliorer l'usage de modèles dans les processus d'élaboration d'un système d'indicateurs. L'implication des acteurs, tout au long du processus de coconstruction, a permis de mettre en évidence les enjeux liés à l'interprétation et à l'opérationnalité du système d'indicateurs produit. Le choix de proposer une approche modélisatrice et participative itérative oblige à concevoir des méthodes et outils novateurs. Il faut envisager des méthodes qui permettent de prendre en compte la multiplicité des points de vue et le choix de supports adéquats pour favoriser la mobilisation à chaque étape. Ces interrogations, sur les options à retenir pour fournir des méthodes et outils adaptés aux négociations, soulèvent d'autres questions liées à la communication et à l'opérationnalité, qui passent, nous semble-t-il, nécessairement par un accompagnement des acteurs tout au long du processus de coconstruction du système d'indicateurs.

La mise à disposition de ces informations change la donne. Les porteurs des enjeux stratégiques de la production agricole à long terme peuvent désormais se saisir de ces indicateurs et des cartographies comme source d'argumentaires, de démonstrations et d'outils d'aide à la décision pour souligner leur intérêt et accompagner les procédures d'aménagement. Il reste à apprécier l'impact de ces informations auprès des nombreux acteurs de l'aménagement du territoire, et vérifier notamment si elles favorisent les consensus ou si elles constituent plutôt de nouvelles sources de tensions. Ces points ont fait l'objet d'une recherche supplémentaire présentée dans le chapitre 7.

Références bibliographiques

Arnstein S.R., 1969. A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35 (4), 216-224.

Balestrat M., 2011. *Système d'indicateurs spatialisés pour la gouvernance territoriale : application à l'occupation des sols en zone périurbaine languedocienne*. PhD, université Paul-Valéry, Montpellier-III.

Balestrat M., Barbe É., Chery J.-P., Lagacherie P., Tonneau J.-P., 2011. Reconnaissance du patrimoine agronomique des sols : une démarche novatrice en Languedoc-Roussillon. *Norois*, 221 (4), 83-96.

Balestrat M., Chéry J.-P., Tonneau J.P., 2013. Co-construction d'un système d'indicateurs spatialisés de la consommation des terres agricoles en Languedoc-Roussillon : une démarche d'implication des acteurs du territoire. *In : Géogouvernance : utilité sociale de l'analyse spatiale* (M. Masson-Vincent, N. Dubus, coord.), Versailles, éditions Quæ, 215.

Barbier R., Larrue C., 2011. Démocratie environnementale et territoires : un bilan d'étape. *Participations*, 1 (1), 67-104.

Borja Á., Galparsoro I., Solaun O., Muxika I., Tello E.M., Uriarte A., Valencia V., 2006. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66 (1), 84-96.

Bousquet F., Barreteau O., Mullon C., Weber J., 1999. An environmental modelling approach. The use of multi-agents simulations. *In: Advances in Environmental and Ecological Modelling* (F. Blasco, A. Weill, eds), Paris, Elsevier, 113-122.

Boutet D., Serrano J., 2013. Les sols périurbains, diversification des activités et des valeurs. Quelques éléments de comparaison et d'analyse. *Économie rurale*, 338 (6), 5-23.

Chamaret A., O'Connor M., Recoche G., 2006. Approche top-down/bottom-

up pour l'élaboration d'indicateurs de développement durable applicables au secteur minier. L'exemple des mines d'uranium du Niger. *In : Colloque international « Usages des indicateurs de développement durable. Mise en relation des pratiques et savoirs pour les ressources marines et les territoires littoraux avec les acquis d'autres domaines et espaces »*, Montpellier, Réseau Indicateurs de développement durable et durabilité, 15.

Creighton M., 2005. *The Public Participation Handbook: Making Better Decisions Through Citizen Involvement*, Wiley.

De Rosnay J., 1975. *Le macroscopie. Vers une vision globale*, Paris, Éditions du Seuil.

Desthieux G., 2005. Approche systémique et participative du diagnostic urbain : processus de représentation cognitive du système urbain en vue de l'élaboration d'indicateurs géographiques. Thèse.

Dupuy S., Barbe E., Balestrat M., 2012. An object-based image analysis method for monitoring land conversion by artificial sprawl use of RapidEye and IRS data. *Remote Sensing*, 4 (2), 404-423.

Eckert, D., 1996. *Évaluation et prospective des territoires*. Montpellier/Paris, GIP Reclus/La Documentation française, coll. Dynamiques du territoire, n° 16.


Ferras R., 1993. *Les modèles graphiques en géographie*, Paris, Economica/RECLUS.

Ferrier J.P., 2003. Territoires. *In : Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (J. Lévy, M. Lussault, coord.), Paris, Belin, 912-917.

Gueringer A., Hamdouch A., Wallet F., 2016. Foncier et développement des territoires ruraux et périurbains en France. Une mise en perspective. *Revue d'économie régionale et urbaine*, octobre (4), 693-712.

Hagget P., 1965. *Locational Analysis in Human Geography*, London, Arnold.

Inao, 2017. AOP-AOC, Institut national de l'origine et de la qualité,

<https://www.inao.gouv.fr/Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQO/Appellation-d-origine-protgee-Appellation-d-origine-controlee> .

Joerin F., Rondier P., 2007. Les indicateurs et la décision territoriale. Pourquoi ? Quand ? Comment ? *In : Les indicateurs socioterritoriaux. Perspectives et renouvellement* (G. Sénécal, ed.), chapitre 1, Laval, Presses de l'Université de Laval, 9-36.

Joerin F., Lebreton M., Desthieux G., 2005. Des systèmes d'indicateurs pour aider les acteurs à manipuler la complexité territoriale. *In : « Développement urbain durable, gestion des ressources et gouvernance », Colloque de l'Observatoire universitaire de la ville et du développement durable*, Lausanne, 21-23 septembre 2005.

Lazarotti O., 2003, Patrimoine. *In : Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (Levy J., Lussault M., eds), Paris, Belin, 692-693.

Lavoux T., 2006. L'offre et la demande d'indicateurs : les leçons des expériences internationales, nationales et locales. *In : Colloque international « Usages des indicateurs de développement durable. Mise en relation des pratiques et savoirs pour les ressources marines et les territoires littoraux avec les acquis d'autres domaines et espaces »*, organisé par le Réseau des indicateurs de développement durable et durabilité, 3-4 avril 2006, Montpellier.

Le Berre M., 1992. Le territoire. *In : Encyclopédie de la géographie* (R. Ferras, D. Pumain, A.S. Bailly, eds), Paris, Economica.

Lynam T., Bousquet F., Le Page C., D'Aquino P., Barreteau O., Chinembiri F., Mombeshora B., 2002. Adapting science to adaptive managers: Spidergrams, belief models, and multi-agent systems modeling. *Conservation Ecology*, 5 (2).

Lyytimäki J., Tapio P., Varho V., Söderman T., 2013. The use, non-use and misuse of indicators in sustainability assessment and communication. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 20 (5), 385-393.

Maurizi B., Verrel J.L., 2002. Des indicateurs pour les actions de maîtrise des pollutions d'origine agricole. *Ingénieries EAT*, (30), 3-14.

Moine A., 2008. *Le territoire : comment observer un système complexe*, L'Harmattan.

Offredi C., 2005. *La dynamique de l'évaluation face au développement durable*, Paris, L'Harmattan/Société française d'évaluation.

Pingault N., Préaault B., 2007. Indicateurs de développement durable : un outil de diagnostic et d'aide à la décision. *Notes et études économiques*, 28, 43.

Reed M.S., 2008. Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141 (10), 2417-2431.

Reinhard S., Markus H., 2013. Objectives and indicators in sustainable development strategies: similarities and variances across Europe. *Sustainable Development*, 21 (4), 224-241.

Rey-Valette H., Clément O., Lazard J., 2008a. Les usages des indicateurs de développement durable. Compte rendu de colloque, Montpellier, 3-4 avril 2006, *Natures Sciences Sociétés*, 16 (1), 73-75.

Rey-Valette H., Clément O., Aubin J., Mathé S., Chia E., Legendre M., Caruso D., Mikolasek O., Blancheton J.P., Slembrouck J., Baruthio A., Rene F., Levang P., Morissens P., 2008b. *Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture*, EVAD.

Roth I., 2002. Mesurer le développement durable. *Bulletin SVU ASEP ASAP*, 8, 8.

Roussel S., 2007. Efficacité d'une gestion intégrée de la zone côtière (GIZC). Thèse de doctorat, Montpellier.

Voinov A., Bousquet F., 2010. *Modelling with Stakeholders*.